

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-266183

(43)公開日 平成11年(1999) 9月28日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 B 1/707
1/06

H 0 4 J 13/00
H 0 4 B 1/06

D
Z

審査請求 有 請求項の数 5 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-85108

(22)出願日 平成10年(1998) 3月17日

(71)出願人 395022546

株式会社ワイ・アール・ビー移動通信基盤
技術研究所
神奈川県横須賀市光の丘3番4号

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 須永 輝己

神奈川県横須賀市光の丘3番4号 株式会
社ワイ・アール・ビー移動通信基盤技術研
究所内

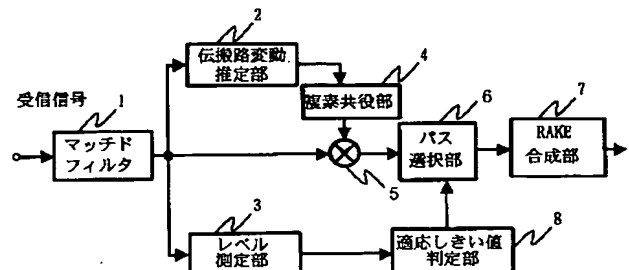
(74)復代理人 弁理士 武山 吉孝 (外2名)

(54)【発明の名称】 RAKE受信機

(57)【要約】

【課題】 受信信号の特性に適応させてRAKE合成に有効な信号のみを選択してRAKE合成を行うRAKE受信機を提供する。

【解決手段】 レベル測定部3は、逆拡散された受信信号のレベルを測定し、適応しきい値判定部8は、可変しきい値を変化させながら逆拡散された受信信号のレベルがこの可変しきい値を超える出現頻度を計数し、この出現頻度の増分の変化特性に基づいて、先行波および遅延波と雑音とを識別するための判定しきい値を設定し、逆拡散された受信信号のレベルがこの判定しきい値を超えるタイミングを判別してタイミング情報を出力する。パス選択部6では、乗算器5により位相同相化および重み付けされている逆拡散された受信信号を、タイミング情報に対応して選択的に前記RAKE合成部に出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受信信号を逆拡散し RAKE 合成を行う RAKE 受信機において、レベル測定部、適応しきい値判定部、パス選択部、および RAKE 合成部を有し、前記レベル測定部は、逆拡散された受信信号のレベルを測定するものであり、

前記適応しきい値判定部は、前記レベル測定部の出力を入力するとともに、可変しきい値を設定し、該可変しきい値を変化させながら前記逆拡散された受信信号のレベルが前記可変しきい値を超える出現頻度を計数し、前記出現頻度の増分の変化特性に基づいて、先行波および遅延波と雑音とを識別するための判定しきい値を設定し、前記逆拡散された受信信号のレベルが前記判定しきい値を超えるタイミングを判別してタイミング情報を出力するものであり、

前記パス選択部は、前記逆拡散された受信信号または前記逆拡散された受信信号に基づく逆拡散信号を、前記タイミング情報に対応して選択的に前記 RAKE 合成部に出力するものであることを特徴とする RAKE 受信機。

【請求項 2】 前記適応しきい値判定部は、前記可変しきい値を低くする方向に変化させ、前記増分が所定の基準値を超えるときの変換しきい値に基づいて、前記判定しきい値を設定するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の RAKE 受信機。

【請求項 3】 前記パス選択部は乗算部を有し、該乗算部は、前記逆拡散された受信信号または前記逆拡散された受信信号に基づく逆拡散信号に前記タイミング情報を乗算して、前記逆拡散された受信信号または前記逆拡散された受信信号に基づく逆拡散信号を、前記タイミング情報に対応して選択的に出力するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の RAKE 受信機。

【請求項 4】 前記パス選択部は乗算部を有し、該乗算部は、前記逆拡散された受信信号と、伝搬路推定部の出力に基づいて生成され前記逆拡散された受信信号を重み付けし位相同相化するための位相同相化信号と、前記タイミング情報とを乗算することにより、前記逆拡散された受信信号を、重み付けし位相同相化するとともに前記タイミング情報に対応して選択的に出力するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の RAKE 受信機。

【請求項 5】 前記パス選択部は乗算部および切り替え器を有し、前記切り替え器は、伝搬路推定部の出力に基づいて生成され前記逆拡散された受信信号を重み付けし位相同相化するための位相同相化信号を、前記タイミング情報に対応して選択的に出力するものであり、

前記乗算部は、前記逆拡散された受信信号に前記切り替え器の出力を乗算することにより、前記逆拡散された受信信号を、重み付けし位相同相化するとともに前記タイ

ミング情報に対応して選択的に出力するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の RAKE 受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はスペクトル拡散通信システムに用いる RAKE 受信機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】DS-SS 方式に用いられるスペクトル拡散通信システムにおいては、受信側で RAKE 受信を行うことにより、熱雑音に対する信号電力比を向上させることができる。RAKE 受信とはマルチパス伝搬路において、遅延時間が異なり独立なフェージング変動を受けた先行波、遅延波が重畳された受信信号から、逆拡散処理により先行波、遅延波を分離し、その先行波、遅延波の遅延時間を揃え、かつ、位相の同相化および、受信信号レベルに応じた重み付けを行い RAKE 合成（最大比合成）することで、ダイバーシチ効果を得るものである。広帯域 DS-SS においては、チップレートを高くすることができるため、受信信号が多くマルチパスに分離されることから RAKE 受信の効果が大きい。

【0003】図 7 は、従来の 2 段階しきい値マルチパス選択法を用いた RAKE 受信機の構成図である。図中、1 はマッチドフィルタ、2 は伝搬路変動推定部、3 はレベル測定部、4 は複素共役部、5 は乗算器、7 は RAKE 合成部、101 は 2 段階マルチパス選択部、102 はしきい値設定部である。2 段階しきい値マルチパス選択法は、福本暁他 2 名、「電子情報通信学会技術研究報告 RCS 97-119」（1997-10）p. 43-48 等で知られたものである。RAKE 受信においては、受信信号を逆拡散した相関出力から、雑音成分とマルチパス成分を分離し、マルチパス成分のみをダイバーシチ合成することが必要となる。図示の構成では、2 段階にしきい値を設定することにより、ダイバーシチ合成を行う対象とするマルチパスの入力信号の選択を行っている。

【0004】図示の例では、スペクトル拡散された受信信号をマッチドフィルタ 1 において逆拡散し相関波形（遅延プロファイル）を出力し、RAKE 合成部 7 において RAKE 受信を行う場合の構成例である。なお、受信信号は、送信データが QPSK 変調され、さらに QPSK で拡散変調されたものである。

【0005】マッチドフィルタ 1 は、受信信号の拡散符号に整合した回路となっている。マッチドフィルタ 1 の相関出力は、伝搬路変動推定部 2、レベル測定部 3、乗算器 5 に出力される。伝搬路変動推定部 2 においては、パイロットシンボルを用いた PSA (Pilot symbol averaging coherent detection) 方式のチャネル評価によって伝搬路変動を推定し、RAKE 合成時に必要と

なる位相同相化を行うための各マルチパスの位相および、RAKE合成時の重み付けの値を求める。

【0006】レベル測定部3は、相関出力から各マルチパスの受信信号レベルを測定する。複素共役部4および乗算器5は、上述した位相同相化および重み付けのために、伝搬路変動推定部2による推定結果の複素共役をとって、これを相関出力に乗算する。2段階マルチパス選択部101は、乗算器5の出力を入力して2段階のしきい値を用いてマルチパス選択を行ない、RAKE合成部7に出力する。しきい値設定部102は、レベル測定部3の出力を入力してこの2段階のしきい値を設定するブロックである。

【0007】図8は、受信信号のフレーム構成図である。1フレームは複数のスロットからなり、1スロットには、先頭に数個のパイロットシンボルがあり、これにデータシンボルが続くものである。ここで、パイロットシンボルとは、伝搬路の状態の測定をするために用いるシンボルであり、送信側と受信側との間で既知のデータからなる。データシンボルは、送信情報を伝送するためのシンボルである。

【0008】上述したフレーム構成の受信信号が、図7のマッチドフィルタ1に入力されてスペクトルの逆拡散が行われる。この逆拡散は、マッチドフィルタ1にあらかじめ設定された参照系列と受信信号の相関をとることに相当する。参照系列は受信信号の拡散符号に整合した系列である。マッチドフィルタ1が出力する相関出力中には、受信信号の伝搬路の各マルチパスが時間分離された状態で出力されている。なお、この時の各マルチパスは、伝搬路の変動により振幅と位相がマルチパス毎に変動したものとなっているが、相関波形には、この振幅、位相変動が含まれた形で出力される。

【0009】レベル測定部3がレベルを測定する単位期間は、効率を考えて図8に示したパイロットシンボル区間とするが、データシンボル区間を含めた全区間としてもよい。この単位期間は、例えば1拡散周期とすることもできる。しきい値の更新方法には、種々の方法があるが、しきい値設定部102は、例えば、しきい値を1スロットの最初のパイロットシンボル区間のレベル測定から決定し、続くデータシンボル区間における逆拡散されたデータシンボルの判定に使用し、次のスロットのパイロットシンボル区間のレベル測定によってしきい値を更新する。しきい値の更新方法は、電波伝搬環境の変化速度、移動通信端末の移動速度に応じて、適当な値に設定する。

【0010】伝搬路変動推定部2においては、相関出力から伝搬路の各マルチパスを分離し、受信信号中の図8に示されるパイロットシンボルを検出し、このパイロットシンボルの情報（振幅、位相等）が受信側に既知であることを利用し、各マルチパスにおけるフェージング変動の振幅、位相変動量を測定し、その測定結果によりデ

ータシンボルにおける各マルチパスのフェージング変動を測定する。

【0011】複素共役部4においては、伝搬路変動推定部2で得られた各マルチパスのフェージング変動の複素共役をとり、その結果を乗算器5において、マッチドフィルタ1の出力である相関出力に乘積する。マッチドフィルタ1の相関出力においては、スペクトル拡散通信の性質によりマルチパス伝搬路による先行波、遅延波などの各マルチパスが遅延時間差により分離され出力されているが、この各マルチパスはそれぞれ独立なフェージング変動により振幅、位相が変動している。この各マルチパスに伝搬路変動推定部2で推定した各マルチパスの振幅、位相変動の推定値の複素共役を乗積することにより位相変動を取り除き、各マルチパスの振幅を乗積することができる。位相変動を取り除くことは、各マルチパスの位相変動を同相化することに相当する。また、この振幅変動の推定値の乗積動作は、RAKE合成時の各マルチパスの重み付けを行うことに相当する。

【0012】レベル測定部3においては、マッチドフィルタ1の出力から、各マルチパスの受信信号レベルを測定する。2段階マルチパス選択部101では、この各マルチパスの受信信号レベルの測定結果と、しきい値判定部102に設定されたしきい値を用いて、乗算器5の出力からRAKE合成に用いるマルチパスを選択する。次に、このマルチパス選択の詳細を図9を参照して説明する。

【0013】図9は、図7に示したしきい値選択部および2段階マルチパス選択部の操作を説明するための受信信号のレベルを示す図である。図中、縦軸は受信信号レベルを示し、横軸は先行波、遅延波の各マルチパスの遅延時間を示す時間軸である。また、 $a \sim p$ は、レベル測定部3から出力される各マルチパスの受信信号レベルをサンプリングしたものであるが、以下単にサンプル $a \sim p$ という。各サンプル $a \sim p$ のレベルは、マルチパスまたは雑音のレベルを示している。ここで、サンプル a 、サンプル b 、サンプル d 、サンプル k を、マルチパスによる先行波、遅延波の受信信号レベルを示すサンプルとし、他のサンプルを雑音のサンプル値とする。

【0014】通信が成立するためには、マルチパスによる先行波、遅延波は、雑音レベルよりも大きい必要がある。そこで、2段階マルチパス選択部101およびしきい値設定部102においては、以下の手順でパス選択を行う。図9のサンプル $a \sim p$ において、サンプルの個数を L としたとき、この L 個のサンプル中で最小受信電力 S_{\min} および最大受信電力 S_{\max} を検出する。次に S_{\min} に対し、雑音のみのサンプルを合成しないために、しきい値 Δnoise を設定する（ $\Delta \text{noise} \geq 0$ ）。

【0015】一方、 S_{\max} に対し、RAKE合成に有効な信号を有するサンプルを選択するために、しきい値 Δ

RAKEを設定する($\Delta \text{RAKE} \geq 0$)。サンプル $a \sim p$ のうち、レベル $S(1)$ が以下の条件を満たすサンプルのみを選択する。

$$S(1) \geq \max \{S_{\min} + \Delta \text{noise}, S_{\max} - \Delta \text{RAKE}\}$$

ここで、 $\max \{A, B\}$ は A, B で大きいほうの値を取ることを意味する。

【0016】以上の結果、 ΔRAKE 、 Δnoise の設定が正しくなされていたとすると、サンプル $a \sim p$ からマルチパスの先行波、遅延波の受信信号レベルを示すサンプルのみを選択することができ、雑音によるサンプルを選択しないことが可能となる。図12の例においては、

$$(S_{\min} + \Delta \text{noise}) < (S_{\max} - \Delta \text{RAKE})$$

であるので、 $(S_{\max} - \Delta \text{RAKE})$ よりもレベルの大きいサンプルが選択されることになり、マルチパスの受信信号レベルを示す、サンプル a 、サンプル b 、サンプル d 、サンプル k が選択される。

【0017】2段階マルチパス選択部106では、上述した方法でマルチパスのサンプルの選択を行ない、選択されたサンプルと同じタイミングの乗算器5の出力をRAKE合成部7へ出力する。RAKE合成部7においては、2段階マルチパス選択部101において選択されたマルチパスのサンプルのタイミングに対応する、乗算器5の出力のみが入力され、その信号を合成することで、雑音のみの信号を除外し、RAKE合成に有効な信号のみで合成を行うことが可能となる。

【0018】しかし、実際の伝搬路においては、フェージングによるレベル変動の大きさや雑音レベルは伝搬路によって異なるものである。従って、伝搬環境が変われば、これらレベル変動や雑音変動は大きく異なってくる。従って、従来のRAKE受信部においては、上述したパラメータ ΔRAKE 、 Δnoise の両方を適切に選択しなかった場合では、次のような問題がある。

【0019】(1) ΔRAKE が最適値よりも小さい場合においては、マルチパスの受信信号レベルを示すサンプル $a \sim p$ のレベルの最小値よりも $S_{\max} - \Delta \text{RAKE}$ が大きくなるため、本来RAKE合成に使用できるサンプルのすべてをRAKE合成に使用することはできなくなり特性が劣化する。

(2) ΔRAKE が最適値よりも大きく、 Δnoise が最適値よりも小さい場合においては、雑音レベルのサンプル値が $S_{\max} - \Delta \text{RAKE}$ よりも大きくなり、本来RAKE合成に使用できない雑音成分まで合成することになり特性が劣化する。

(3) Δnoise が最適値よりも大きい場合、マルチパスの受信信号レベルを示すサンプル $a \sim p$ のレベルの最小値よりも $S_{\min} + \Delta \text{noise}$ が大きくなり、本来RAKE合成に使用できるサンプルのすべてをRAKE合成に使用することはできなくなり特性が劣化する。

等の問題が生じ、雑音のみの信号を除外し、RAKE合成に有効な信号のみで合成を行うことが困難となる。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明は、上述した問題点を解決するためになされたもので、受信信号の特性に適応させてRAKE合成に有効な信号のみを選択してRAKE合成を行うRAKE受信機を提供することを目的とするものである。

【0021】

10 【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明においては、受信信号を逆拡散しRAKE合成を行うRAKE受信機において、レベル測定部、適応しきい値判定部、パス選択部、およびRAKE合成部を有し、前記レベル測定部は、逆拡散された受信信号のレベルを測定するものであり、前記適応しきい値判定部は、前記レベル測定部の出力を入力するとともに、可変しきい値を設定し、該可変しきい値を変化させながら前記逆拡散された受信信号のレベルが前記可変しきい値を超える出現頻度を計数し、前記出現頻度の増分の変化特性に基づいて、先行波および遅延波と雑音とを識別するための判定しきい値を設定し、前記逆拡散された受信信号のレベルが前記判定しきい値を超えるタイミングを判別してタイミング情報を出力するものであり、前記パス選択部は、前記逆拡散された受信信号または前記逆拡散された受信信号に基づく逆拡散信号を、前記タイミング情報に対応して選択的に前記RAKE合成部に出力するものである。従って、先行波および遅延波と雑音とを識別するための判定しきい値を、逆拡散された受信信号の特性に適応させて設定することができ、RAKE合成に有効な信号のみを容易に選択してRAKE合成を行うことができる。

20 【0022】請求項2に記載の発明においては、請求項1に記載のRAKE受信機において、前記適応しきい値判定部は、前記可変しきい値を低くする方向に変化させ、前記増分が所定の基準値を超えるときの可変しきい値に基づいて、前記判定しきい値を設定するものである。従って、遅延波と雑音とを識別するための判定しきい値を、簡易な構成で実現することができる。

30 【0023】請求項3に記載の発明においては、請求項1または2に記載のRAKE受信機において、前記パス選択部は乗算部を有し、該乗算部は、前記逆拡散された受信信号または前記逆拡散された受信信号に基づく逆拡散信号に前記タイミング情報を乗算して、前記逆拡散された受信信号または前記逆拡散された受信信号に基づく逆拡散信号を、前記タイミング情報に対応して選択的に出力するものである。従って、簡単な構成でパス選択部を実現することができる。

40 【0024】請求項4に記載の発明においては、請求項1または2に記載のRAKE受信機において、前記パス選択部は乗算部を有し、該乗算部は、前記逆拡散された受信信号と、伝搬路推定部の出力に基づいて生成され前

記逆拡散された受信信号を重み付けし位相同相化するための位相同相化信号と、前記タイミング情報とを乗算することにより、前記逆拡散された受信信号を、重み付けし位相同相化するとともに前記タイミング情報に対応して選択的に出力するものである。従って、簡単な構成でパス選択部を実現することができる。

【0025】請求項5に記載の発明においては、請求項1または2に記載のRAKE受信機において、前記パス選択部は乗算部および切り替え器を有し、前記切り替え器は、伝搬路推定部の出力に基づいて生成され前記逆拡散された受信信号を重み付けし位相同相化するための位相同相化信号を、前記タイミング情報に対応して選択的に出力するものであり、前記乗算部は、前記逆拡散された受信信号に前記切り替え器の出力を乗算することにより、前記逆拡散された受信信号を、重み付けし位相同相化するとともに前記タイミング情報に対応して選択的に出力するものである。従って、簡単な構成でパス選択部を実現することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は、本発明のRAKE受信機の第1の実施の形態の構成図である。図2は、図1の適応しきい値判定部8の一具体例の構成図である。図3は、図2に示した適応しきい値判定部の動作を説明するための受信信号のレベルを示す図であり、各サンプルの値および時間は図9と同一である。

【0027】図1において、図7と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。6はパス選択部、8は適応しきい値判定部であり、この適応しきい値判定部8は、パス選択部6で選択するパスを求めるためのものである。従来技術と比較して、図7の2段階マルチパス選択部101がパス選択部6に置き換わり、しきい値判定部102が適応しきい値判定部8に置き換わっている。なお、フレーム構成は図8に示されるものと同一である。

【0028】レベル測定部3は、逆拡散された受信信号のレベルを測定し、適応しきい値判定部8は、レベル測定部3の出力を入力し、可変しきい値を変化させながら逆拡散された受信信号のレベルがこの可変しきい値を超える出現頻度を計数し、この出現頻度の増分の変化特性に基づいて、先行波および遅延波と雑音とを識別するための判定しきい値を設定し、逆拡散された受信信号のレベルがこの判定しきい値を超えるタイミングを判別してタイミング情報を出力する。パス選択部6では、逆拡散された受信信号、この例では、乗算器5により位相同相化および重み付けされている逆拡散された受信信号を、タイミング情報に対応して選択的にRAKE合成部7に出力する。RAKE合成部7では、パス選択部6の出力をRAKE合成することで、雑音信号を除外し、RAKE合成に有効な信号を用いて合成を行う。

【0029】なお、図7においても説明を簡単にするた

めに省略したが、乗算器5におけるマッチドフィルタ1の出力と複素共役部4から出力される位相同相化信号とのタイミング合わせ、2段階マルチパス選択部101での乗算部5の出力としきい値設定部102の出力とのタイミング合わせ等のために、時間遅延手段あるいはバッファ等を適宜設ける。あるいは、マッチドフィルタ1の出力を一旦メモリに記憶させ、後続の各処理ブロックが必要なサンプルデータをこのメモリから取り出して処理することができる。例えば、レベル測定部3は、このメモリからパイロットシンボル区間のサンプルデータを取り出して処理を行う。

【0030】図2に示す適応しきい値判定部において、9は第1しきい値判定部、10は第2しきい値判定部、11は第1サンプル計数部、12は第2サンプル計数部、13は比較器、14はしきい値再設定制御部である。第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10は、図1のレベル測定部3の出力を入力し、それぞれ所定の可変しきい値と比較を行い、しきい値が超えたかどうかを表すタイミング情報を出力する。第1サンプル計数部11、第2サンプル計数部12は、それぞれ、第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10のタイミング情報を計数し、比較器13は、第1サンプル計数部11、第2サンプル計数部12の出力を比較して、後者の計数値から前者の計数値を引いた差をしきい値再設定制御部14に出力する。

【0031】しきい値再設定制御部14は、上述した差を所定の基準値と比較し、所定の基準値を超えないときには、第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10の各可変しきい値を変更する。この一連の動作は、上述した差が所定の基準値を超えるまで繰り返され、このときの第1しきい値判定部9の可変しきい値を、判定しきい値として、この判定しきい値を超えたサンプルのタイミング情報が図1のパス選択部6に出力される。

【0032】図3を参照しながら、図1、図2の適応しきい値判定部8、パス選択部6の動作を説明する。図3には、レベル測定部3における各マルチパスの受信レベルの測定結果が1単位期間について示されている。ここで、図9と同様に、サンプルa、b、d、kがマルチパスによる先行波、遅延波によるサンプルであり、それ以外は雑音のサンプルである。

【0033】通常の場合、スペクトル拡散の拡散率は十分大きな値が用いられるため、1拡散周期の全サンプル数に対して、マルチパスにおける先行波、遅延波の個数は十分少ない。また通信が成立するためには、信号の復調に用いることのできる先行波、遅延波は、雑音のレベルよりも大きいものである。上述したように、しきい値の値を大きい値から小さい値へと変化させながら、そのしきい値を超えるサンプル数の個数を計数する。この個数は、単位期間当たりの個数であるから、しきい値を超えるレベルをとるサンプルの単位期間あたりの出現頻度

10

20

30

40

50

を意味する。

【0034】しきい値が比較的大きい時において、しきい値を超えるのは、信号の復調に用いることのできる先行波、遅延波がほとんどであるため、増分の値は小さいものとなる。これに対し、しきい値の値をさらに小さい値に変化させた時には、先行波、遅延波に加え、雑音のサンプルもしきい値を超えることになる。ここで、マルチパスにおける先行波、遅延波の個数に対して、雑音のサンプル数が多いため、上述した増分の値は大きくなる。従って、増分の値を所定の基準値と比較して、所定の基準値を超えたときのしきい値に基づいて判定用のしきい値を設定すれば、マルチパスにおける先行波、遅延波のサンプルと雑音のサンプルとを識別することができる。シミュレーション結果の一例によれば、通常の電波伝搬状況においては、 $0.1S_{\max} \sim 0.07S_{\max}$ 付近でしきい値を低下させると、しきい値を超えるサンプル数が増大する。

【0035】上述したように、しきい値を最大レベルの側から低くする方向に変化させて、上述した増分が所定の基準値を超えたときの可変しきい値に基づいて、判定しきい値を設定している。しかし、逆に、しきい値を最小レベルの側から高くする方向に変化させて、増分が所定の基準値を超えなくなるときの可変しきい値を求めてもよい。

【0036】図2において、初期状態では、第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10には、しきい値の初期値が設定されている。なお、第1しきい値判定部9のしきい値、第2しきい値判定部10のしきい値は、いずれも逆拡散された受信信号中の最大受信電力 S_{\max} に対する比率で決定され、第1しきい値判定部9のしきい値は、第2しきい値判定部10のしきい値よりも大きい値とする。ここで、第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10に設定されたしきい値の初期値を、それぞれ、図3の S_1 、 S_2 とすると、 $S_1 = nS_{\max}$ 、 $S_2 = mS_{\max}$ となる。ただし、 $m < n < 1$ である。

【0037】第1サンプル計数部11では、第1しきい値判定部9が出力するタイミング情報を入力して、第1しきい値判定部9で設定されたしきい値を超えたサンプル数を計数する。同様に、第2サンプル計数部12では、第2しきい値判定部10が出力するタイミング情報を入力して、第2しきい値判定部10で設定されたしきい値を超えたサンプル数を計数する。

【0038】図3の例では、この初期状態において、第1サンプル計数部11の出力は2、第2サンプル計数部12の出力は3となる。なお、しきい値 S_1 、 S_2 を超えたサンプル a、b、d は、マルチパスによる先行波、遅延波によるサンプルである。比較器13においては、第1サンプル計数部11、第2サンプル計数部12の出力値を比較する。比較器13では、この第2サンプル計数部12の出力値から、第1サンプル計数部11の出力

値を減算する。従って、この比較器の13の出力は、しきい値を低くしたときに、逆拡散された受信信号がしきい値を超えるサンプル数の増分である。この増分は、逆拡散された受信信号のサンプルの中で、2つのしきい値 S_1 、 S_2 の間のレベルをとるサンプルの個数である。

【0039】初期状態において、第1サンプル計数部11の出力は2、第2サンプル計数部12の出力は3であるので比較器13の出力は+1となる。しきい値再設定制御部14では、所定の基準値を保持しており、比較器13の出力がこの基準値よりも小さい場合、第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10のしきい値を、それぞれ小さな値に再設定しなおす。

【0040】そして、第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10は、同様にして、再設定されたしきい値を用いて、これらのしきい値を超えたかどうかを出力する。比較器13では、第2サンプル計数部12の出力値から第1サンプル計数部11の出力値を減算して、再設定された2つのしきい値の間のレベルをとるサンプルの個数を得る。このしきい値の再設定、しきい値を超えたサンプル数の計数、および、比較の動作は、比較器13の出力が上述した所定の基準値を超えるまで繰り返される。

【0041】しきい値再設定部14の所定の基準値を+3とした場合、初期状態における比較器13の出力は+1であり、基準値よりも小さいため、第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10のしきい値をより小さいものに再設定する。この第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10の再設定後のしきい値の値を、それぞれ図3に示される S_2 、 S_3 とする。

【0042】この再設定後のしきい値に対して、第1サンプル計数部11、第2サンプル計数部12、比較器13では、初期状態のときと同様に、しきい値を超えたサンプル数の計数および比較を行う。第1サンプル計数部11の出力は3、第2サンプル計数部12の出力は4となり、比較器13の出力は+1となる。この時のしきい値 S_2 、 S_3 を超えたサンプル a、b、d、k も、同様にマルチパスの先行波、遅延波によるサンプルである。しきい値再設定部14では、比較器13の出力と基準値との比較を行う。基準値は+3であるので、しきい値の再設定後の比較器13の出力である+1は基準値よりも小さい。そこで、第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10のしきい値を、より小さいものに再々設定する。再々設定後の第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10のしきい値を、それぞれ、図3の S_3 、 S_4 とする。

【0043】この再々設定後のしきい値に対して、第1サンプル計数部11の出力は4、第2サンプル計数部12の出力は8となり、比較器13の出力は+4となる。しきい値再設定部14では、比較器13の出力と基準値との比較を行う。ここで、基準値は3であるので、しき

い値の再々設定後の比較器 13 の出力は基準値よりも大きい値である。従って、しきい値の再設定は行わない。

【0044】以上の結果、第1しきい値判定部9に設定されたしきい値 S_3 を超えるサンプルは、受信に使用できる先行波、遅延波のサンプルのほとんどを含んだものになるのに対し、第2しきい値判定部10に設定されたしきい値 S_4 を超えるサンプルは、受信に使用できる先行波、遅延波のサンプルに雑音のサンプルが含まれる。このとき、第1しきい値判定部9では、しきい値 S_3 を超えたサンプルa, b, d, kのタイミング情報が得られる。

【0045】従って、このとき第1しきい値判定部9に設定されたしきい値 S_3 を判定しきい値として設定し、これを超えるサンプルのタイミング情報を図1のパス選択部6へ伝える。パス選択部6では、今現在の、逆拡散された受信信号が判定しきい値を超えたサンプルであるとのタイミング情報を用いて、サンプルa, b, d, kのタイミングに相当する位相同相化されている逆拡散された受信信号を乗算器5の出力からRAKE合成部7へ通過させ、RAKE合成部7ではRAKE合成を行う。

【0046】図2に示した適応しきい値判定部は、一具体例であり種々変形が可能である。上述したように、可変しきい値を段階的に低下させて行く動作であれば、第2しきい値判定部10のしきい値は、再設定ごとに第1しきい値判定部9のしきい値となる。従って、第1しきい値判定部9の可変しきい値を順次 S_1, S_2, \dots と変えて、比較器13は、毎回の第1サンプル計数部11の計数値を比較して、計数値の増分を検出するようにしてもよい。

【0047】上述した説明では、判定しきい値は、第1のしきい値判定部9のしきい値にそのまま合わせたが、必ずしもこのしきい値に合わせる必要はなく、第2のしきい値判定部10のしきい値、あるいは、比較器13の出力に応じて新たに決定されたしきい値を第1のしきい値判定部9の判定しきい値に設定して、図1のパス選択部にタイミング情報を出力するようにしてもよい。

【0048】図4は、本発明のRAKE受信機の第2の実施の形態の構成図である。図中、図7、図1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。15はマルチパス選択用乗算器であり、図1のパス選択部6の一具体例である。

【0049】この実施の形態では、図2の第1しきい値判定部9、第2しきい値判定部10は、しきい値を超えたサンプルには「1」、しきい値を超えないサンプルには「0」を出力する。適応しきい値判定部8の出力は、判定しきい値を設定されたときの第1しきい値判定部9の出力であるから、判定しきい値を超えたサンプルには「1」、判定しきい値を超えないサンプルには「0」をマルチパス選択用乗算器15へ出力する。このマルチパス選択用乗算器15では、乗算器5の出力である、重み

付けおよび位相の同相化が行われている逆拡散された受信信号にこのタイミング情報を乗積する。RAKE合成部7では、このマルチパス選択用乗算器15の出力を合成することでRAKE合成を行う。

【0050】図5は、本発明のRAKE受信機の第3の実施の形態の構成図である。図中、図7、図1、図4と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。マルチパス選択用乗算器15は、図4のマルチパス選択用乗算器15と同様な機能を、複素共役部4と乗算器5との間に挿入して実現するものである。適応しきい値判定部8の出力は、判定しきい値を超えたサンプルには

「1」、判定しきい値を超えないサンプルには「0」をマルチパス選択用乗算器15へ出力する。マルチパス選択用乗算器15は、伝搬路変動推定部2の出力の複素共役部4の出力に対して、この1または0を乗積する。

【0051】その結果、マルチパス選択用乗算器15の出力は、伝搬路変動推定結果の複素共役信号であって、判定しきい値を超えたマルチパスの先行波、遅延波のタイミングのときのみ値を有し、それ以外のタイミングでは0となる信号である。このマルチパス選択用乗算器15の出力を、乗算器5でマッチドフィルタ1の出力である逆拡散された受信信号に乗積することで、マルチパスの先行波、遅延波のタイミングのときのみ、パス選択、および、重み付けと位相の同相化とが同時に行われ、それ以外では、乗算器5の出力値を0とする。この乗算器5の出力をRAKE合成部7でRAKE合成することでRAKE受信機を構成する。従って、乗算器15、乗算器5が一体となってパス選択と重み付けおよび位相の同相化が行われる。

【0052】図6は、本発明のRAKE受信機の第4の実施の形態の構成図である。図中、図7、図1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。16は切り替え器である。適応しきい値判定部8の出力は、判定しきい値を超えたサンプルには「1」、判定しきい値を超えないサンプルには「0」を切り替え器16へ出力する。切り替え器16は、適応しきい値判定部8の出力が「1」の場合は複素共役部4の出力を選択し、「0」の場合は出力が0になる。この切り替え器16の出力を乗算器5によりマッチドフィルタ1の出力である逆拡散された受信信号に乗積することで、マルチパスの先行波、遅延波のタイミングのときのみ、重み付けと位相の同相化が行われ、それ以外では乗算器5の出力値を0とする。なお適応しきい値判定部8の出力は、必ずしも「1」、「0」の値を取る必要はなく、他の値を用いて、切り替え器16の制御を行ってもよい。

【0053】上述した説明では、パイロットシンボルを用いたフェージング補償を適用したスペクトル拡散通信を説明したが、このようなフェージング補償を行わない場合においても、同様の効果を奏する。同期検波の場合には、位相の基準が必要なので位相を合わせる必要があ

る。しかし、遅延検波を用いる場合には必ずしも必要無い。そのため、図 1、図 4 に示した第 1、第 2 の実施の形態において、パス選択部 6 は、逆拡散された受信信号が直接的に入力される場合や、重み付けと位相同相化がされている逆拡散された受信信号が入力される場合がある。

【0054】

【発明の効果】上述した説明から明らかなように、本発明の RAKE 受信機によれば、受信信号の特性に適応させてマルチパスの先行波、遅延波の選択を容易に行うことができるという効果がある。雑音成分を取り除いた逆拡散信号に対して RAKE 合成を行うため、最適な RAKE 受信が行われるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の RAKE 受信機の第 1 の実施の形態の構成図である。

【図 2】図 1 の適応しきい値判定部 8 の一具体例の構成図である。

【図 3】図 2 に示した適応しきい値判定部の動作を説明するための受信信号のレベルを示す図である。

【図 4】本発明の RAKE 受信機の第 2 の実施の形態の

構成図である。

【図 5】本発明の RAKE 受信機の第 3 の実施の形態の構成図である。

【図 6】本発明の RAKE 受信機の第 4 の実施の形態の構成図である。

【図 7】従来の 2 段階しきい値マルチパス選択法を用いた RAKE 受信機の構成図である。

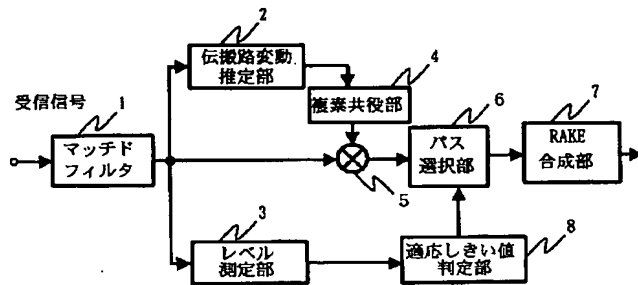
【図 8】受信信号のフレーム構成図である。

【図 9】図 7 に示したしきい値選択部および 2 段階マルチパス選択部の操作を説明するための受信信号のレベルを示す図である。

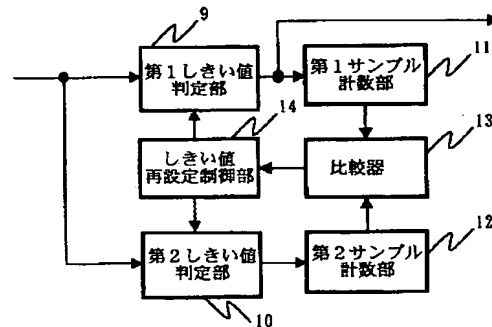
【符号の説明】

1 マッチドフィルタ、2 伝搬路変動推定部、3 レベル測定部、4 複素共役部、5 乗算器、6 パス選択部、7 RAKE 合成部、8 適応しきい値判定部、9 第 1 しきい値判定部、10 第 2 しきい値判定部、11 第 1 サンプル計数部、12 第 2 サンプル計数部、13 比較器、14 しきい値再設定制御部、15 乗算器、16 切り替え器、101 2 段階マルチパス選択部、102 しきい値設定部

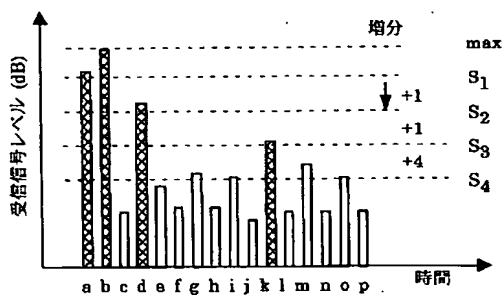
【図 1】



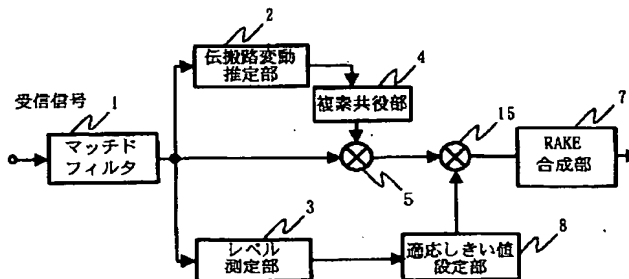
【図 2】



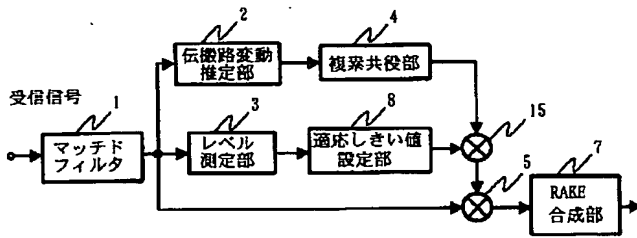
【図 3】



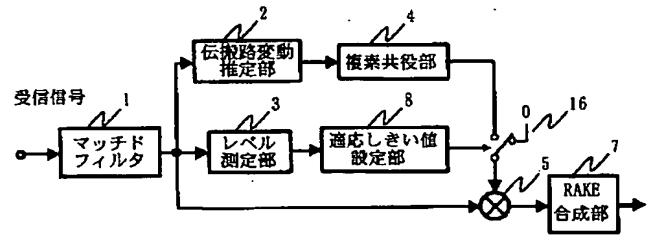
【図 4】



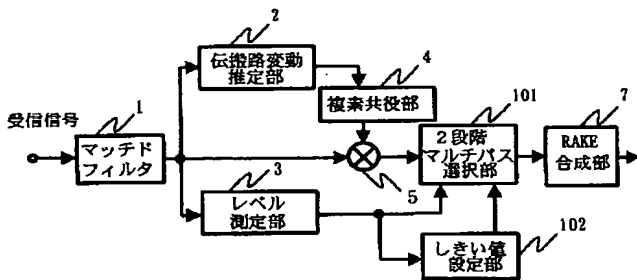
【図5】



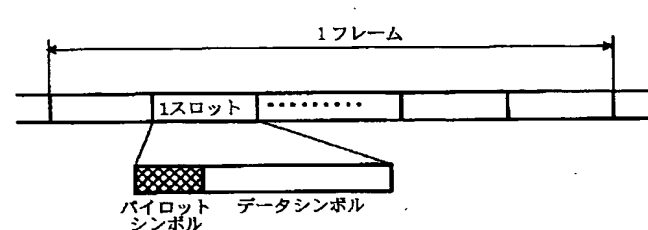
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

